

海洋平台建造工艺

高等学校试用教材

海洋平台 建造工艺

海洋工程
船舶工程 专业用



孔祥鼎 夏炳仁 编
金祖平 主审
人民交通出版社

人
交

学(北京)

51
03

版
社

071965

高等学校试用教材

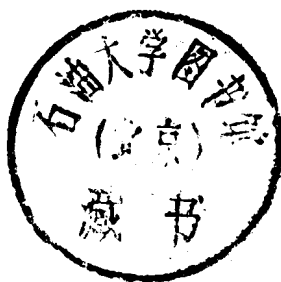
海洋平台建造工艺

Haiyang Pingtai Jianzao Gongyi

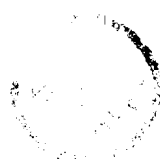
(海洋工程专业用
船舶工程专业用)

孔祥鼎 夏炳仁 编

金祖平 主审



200770120



人民交通出版社

内 容 简 介

本书共分十一章。其主要内容为：海洋平台的发展概况、种类、建造工艺过程；海洋平台结构用钢、焊接、放样和展开；海洋平台构件加工；海洋平台建造方案选择与分段划分特点；海洋平台结构预装焊工艺；海洋平台总装工艺；海洋平台检验和建造中的质量管理；导管架平台的海上安装工程；海洋平台的腐蚀与防护。

本书可作为海洋工程和船舶工程专业的教材，也可供有关技术人员学习参考。

高等学校试用教材

海洋平台建造工艺

(海洋工程专业用)
(船舶工程专业用)

孔祥鼎 夏炳仁 编

金祖平 主审

插图设计：陈 竞 正文设计：崔凤莲 责任校对：尹 静

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街10号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

三河科教印刷厂印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：14.75 插页：1 字数：378 千

1993年11月 第1版

1993年11月 第1版 第1次印刷

印数：0001—1000 册 定价：7.00 元

ISBN7-114-01650-6

U·01098

序

在我国现代化建设中，一直将发展能源工业放在极其重要的地位。而优先开发海洋石油资源又是当前及将来我国政府关于石油开采的一项基本决策。在当前改革开放、大力引进外资联合振兴我经济实力之际，已签订了数量不少的沿海石油联合开发合资协议。故在今后一段时间内将需要建造大量的、各种类型的石油钻探和开采平台，并逐渐由近海向远海发展。

由于海洋平台所使用的材料、结构及建造工艺在较多方面与船舶相似，比较适宜在船厂中建造。从建造厂设备而言，船厂具有较好的、大型的加工、安装设备和强大的技术力量，尤其具备建造这些大型结构物的下水设施及水上作业设施，因此国内外均将海洋平台建造工程交由造船厂承担。专门平台建造厂也有但为数极少。故作为造船厂的工程技术人员应当具备一些平台建造工艺方面的基本知识。

海洋平台与船舶在建造工艺方面虽有相似之处，但毕竟有其独有之特点，故在其用料加工、安装、焊接、防腐等方面与船舶不尽相同。鉴于国内外有关海洋平台建造工艺方面的专著、教材极少，在仅有的为数不多的专著或教材中内容也不太全面。为弥补这方面不足，特编写本教材，旨在综合介绍各种类型海洋平台的建造工艺和国内外有关海洋平台建造方面的一些新方法、新技术。

本教材中第二、三、四、十一章由夏炳仁编写，孔祥鼎编写其余各章，并负责统稿。由于资料欠缺，加之我们水平有限，在内容、撰写方法上肯定存在不少欠妥之处，欢迎读者批评指正。

中国人民解放军海军工程学院金祖平教授为本书主审，提出了极其宝贵的意见与建议，对此深表感谢。

编 者

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 海洋石油资源开发及海洋平台发展概况.....	(1)
第二节 海洋平台的种类、结构特点.....	(7)
第三节 海洋平台工程建造工艺过程.....	(20)
第二章 海洋平台结构用钢	(22)
第一节 对平台结构用钢的要求.....	(22)
第二节 船体结构钢.....	(26)
第三节 焊接无裂纹钢.....	(31)
第四节 抗层状撕裂钢.....	(33)
第五节 平台节点用铸钢.....	(35)
第六节 平台齿条用钢.....	(37)
第七节 耐海水腐蚀钢.....	(40)
第八节 对海洋平台结构用钢的选择.....	(40)
第三章 海洋平台结构焊接	(48)
第一节 对平台结构的焊接要求.....	(48)
第二节 焊接材料.....	(51)
第三节 焊接方法与焊接工艺.....	(55)
第四节 焊前准备和焊后处理.....	(65)
第五节 焊接检验.....	(68)
第四章 海洋平台结构放样与展开	(71)
第一节 海洋平台放样与展开概述.....	(71)
第二节 典型节点管件的放样与展开.....	(78)
第三节 管节点的数学放样与展开.....	(92)
第五章 海洋平台构件加工	(108)
第一节 平台构件加工特点.....	(108)
第二节 构件相贯边缘加工设备及加工工艺.....	(110)
第三节 成形加工工艺.....	(112)
第六章 海洋平台建造方案选择与分段划分特点	(124)
第一节 海洋平台建造方案选择.....	(124)
第二节 海洋平台分段划分特点.....	(126)
第七章 海洋平台结构预装焊工艺	(133)
第一节 海洋平台中特殊部件的装焊工艺.....	(133)
第二节 海洋平台特殊分段、总段制造工艺.....	(139)

第八章 海洋平台总装工艺	(154)
第一节 导管架平台总装工艺.....	(154)
第二节 自升式平台总装工艺.....	(161)
第三节 半潜式平台总装工艺.....	(167)
第九章 海洋平台检验和建造中的质量管理	(179)
第一节 平台检验概述.....	(179)
第二节 平台建造中的质量管理.....	(185)
第十章 导管架平台的海上安装工程	(194)
第十一章 海洋平台的腐蚀与防护	(206)
第一节 腐蚀与防护概述.....	(206)
第二节 防蚀涂料与涂装.....	(209)
第三节 防蚀包覆材料.....	(212)
第四节 阴极保护系统.....	(213)

第一章 概 论

第一节 海洋石油资源开发及海洋平台发展概况

一、海洋石油资源开发及其开采过程

1. 海洋石油资源的开发

人们对于地球上的各种能源与资源的开发是一直在尽力地进行，这是由于科学技术发展的需要。反之，由于科学技术的发展，促使能源与资源得到更为迅速的发展。对于占世界面积积极大比例的海洋而言，其资源与能源的开发当然是不言而喻的。所谓海洋能源是指海洋本身所潜藏之能量，如波浪能、海水热能、海潮升降所形成之势能等。所谓海洋资源是指海洋(底)所埋藏的矿物质，如石油、铝矿、锰矿、煤矿、钻石等。

海洋石油开发从1887年在美国加利福尼亚海岸用栈桥于海边打下第一口井开始，至今已有百年历史。在最初的三十多年中发展不快，本世纪20年代才有稍快的发展。第二次世界大战使海上石油开采几乎停顿。战后，特别是60年代起，海上石油工业突飞猛进。这是由于科学技术的发展，发现大陆架的地质构造特别有利于油气的生成和聚集，海上油气田贮量一般较大。而陆上油气资源有限，供不应求。加之，世界政治形势的变化，尤其是1973年10月中东石油战争后，石油价格直线上升，更促使了海上石油的开发。

全世界开发海上油田的国家约50个，1973年世界海上石油总产量为5.2亿吨，占世界石油总产量的18.9%。1984年为7亿吨，占世界石油总产量的27.7%。

目前世界各地的大陆架几乎都在进行或准备开发，甚至还涉足北极冰海。但海上油田的主要开发区是在北美洲的墨西哥湾、委内瑞拉的马拉开波湖、中东的波斯湾、原苏联的黑海、欧洲的北海、西非沿岸、澳大利亚周围海域、印度尼西亚和马来西亚周围海域、亚德里亚海以及我国的渤海、东海等海区。现已证实有较好发展远景的含油区域为我国的东海、黄海、南海，加拿大东岸和北极群岛海域、非洲南部和东部海域。

海上石油开发，必然使开发海上石油的装置——各种海洋平台得到迅速发展。

根据海洋地质调查，具有生油条件的海区主要在大陆架(水深为200m以内)、大陆坡(水深在200~2000m)水域。其中含油量最大的为大陆架，其次是大陆坡。水深在2000m以上的大洋底和深海沟，藏油量最少，只占8%以下。从地理条件看，大陆架海底地势平缓，有利于海洋石油开发，大陆坡地势陡斜，水深较大，开采技术复杂，成本较高。

数十年来，由于技术和经济的原因，海上石油开发主要集中在大陆架水域。近年来，随着科学技术的发展，正在向深海发展。目前世界海上石油开发的最高纪录为：

采油最大工作水深	500m
钻井最大工作水深	2116m
最大钻井深为	6963m

2. 海洋石油开采过程

海上石油开采作业涉及较为广泛的内容,从寻找海底石油储藏构造到从海上将原油运回岸上都属其作业范围。其作业层次主要分为五个阶段:勘探、勘探性钻井、开发性钻井、采油生产和原油运输(指由采油处运送上岸的运输)。

1) 勘探

该阶段主要任务是寻找和确定海底储油层。

石油生成于沉积盆地的沉积岩里,在有孔隙裂缝间的贮油构造里形成石油矿藏。要找到埋藏于地下数百米乃至数千米的海底油藏,首先要找到沉积盆地、沉积岩系这样的生油构造以及与沉积岩系有关的贮油构造。寻找及确定此种油藏主要采用地质调查、地球物理勘探和钻井勘探三种方法。

(1) 地质调查:直接观察沿海陆地表面的地质现象和海底表面现象,研究该地区的地质历史,分析是否具有生油条件。这主要从盆地淹没史、微生物繁殖史、当地气候史、泥沙复盖史等诸方面进行调查分析,以判断存在油气藏的可能性,初步确定矿藏的可能位置和范围。这属于间接的、初步的推断。

(2) 地球物理勘探:在地质调查的基础上,根据海底岩石的密度、磁性、电性、弹性等物理性质的区别,应用地球物理勘测仪器测定上述物理性质,从而了解海底岩层情况,为确定油藏提供必要的资料,其方法通常有:

① 地震勘探:根据用人工方法产生的弹性波在地壳内的传播情况来勘探地质构造和矿藏资源。按照其弹性波的传播时间、不同的反射和折射,振动形状和速度,即可知道地质界面的埋藏深度和形状。

② 重力勘探:利用重力仪测量因地下岩石密度不同而引起的重力变化现象,即所谓重力异常。重力异常与岩石密度有密切关系:不同密度的岩石,其地下分布与地质构造有很大关系。故研究重力异常可了解地下的地质构造。重力仪可在海底或船上遥测,当前已发展到用航空重力连续测量。

③ 磁力勘探:利用磁力仪测量地下磁性变化,即所谓磁力异常。地球是个大的天然磁体,磁场变化有规律性。而地下岩石在地球磁场中受到不同大小的磁化而具有磁性。岩石的磁性大小由其含磁性矿物质的多少而定,沉积岩含磁性矿物质少,其磁化率就低。由于地下岩层的磁化率有高有低,其磁性就有大有小,即出现磁力异常现象,从而勘探出地下贮油构造。

磁力勘探有航空磁测及海洋磁测两种方法。磁测时磁力装置安置在飞机机身外和放在水中,以消除机身和船体对测试效果的影响。由于航空磁测效率高,不受地面(海面)条件限制,因此用得较多,这尤其利于大面积普查。

④ 电力勘探:其原理是根据各种岩石成分不同而引起导电能力有差异的特性,用专门仪器测量地下岩石导电能力的变化,以研究地下地质构造。

⑤ 遥感遥测:它根据电磁波理论,通过对有关测试目标发射电磁波,并接受反射回来的信号整理成连续雷达摄影照片进行分析的勘探方法。它可用飞机、飞船、地球人造卫星进行遥感遥测。利用这种最新技术来发现潜藏地下的油气田,可大大降低海洋石油勘探的成本并可提高勘探速度。

2) 勘探性钻井

经地质调查和地球物理勘探确定某一地区可能有油藏构造，就应立即进行钻探，以证实或否认其确实性。因为无论是地质调查与地球物理勘探均为间接勘探。至于所推测有油藏构造是否确实有油气、储藏量有多大，有无开采价值等，只有通过勘探性钻井这种直接勘探方法，取出岩样和导出油流，才能最后确定油气藏的情况——范围、深度、油气质品位、藏量，以评价其开采价值。由此可见，钻井勘探是确定油气藏量的最后一环。

由于地下岩石比较坚硬，且钻一口井往往深达数百米至数千米，还要有海上钻探的专门设施，因此是一件费时费钱的事。为此，布置井位十分重要。必须充分利用地质调查与物理勘探的所有资料，然后确定必要的井数，以便最大限度地提高钻探效率。

勘探性钻井一般采用移动式钻井装置来完成其钻井作业。通常水深小于15m的浅水区使用座底式平台或潜水钻井装置；15~76m水深区，多采用自升式平台；在水深超过76m时，则采用半潜式或船舶式平台为宜。由于半潜式钻井平台为敞开式桁架结构，使波浪易于通过，因此，当其一旦定位后，其漂浮状态极为良好，能形成一个非常稳定的钻井平台。船舶式钻井平台的移动性较半潜式方便，但稳定性较半潜式差，从而使故障时间增多。

3) 开发性钻井

开发性钻井是在经勘探性钻井确认有开采价值的地区，将井钻到已查明的储油海底层，以最有利的方式把油藏开采出来。它是为采油服务，给地下油流打开通路的生产井。

开发性钻井主要利用固定式平台。在水深为15m的浅水区，利用小型的井口平台。它可以是固定平台，也可以在移动平台钻好井后，将带井口保护装置的套管放置在井口周围，以保护油井不受外力破坏。采油时，井口套管内可放置采油管线。在15~76m水深海区，也可以采用一座专一的固定平台和一艘供应船相结合的开发性钻井。此固定平台仅设置井架、钻机和绞车等，其他设备和生活设施都设在系泊于平台附近的供应船上。在深水区域主要采用多功能的自容式固定平台。该种平台集钻井采油、处理以至贮油等设施于一体，故有足够的甲板面积(多层)来满足各种功能所必需的设备和供应品的安装与贮存。在同一表面位置，通过定向钻井能打出多口井来。过去一座自容式平台能钻8~10口井，现在一般能钻32~40口井，甚至能钻62口井。

4) 采油生产和原油运输

开发性钻井一完成，便开始采油生产。它往往是将开发性钻井平台改造为生产井。

在浅水区将原来尺度较小的钻井平台改造成井口平台，附近另设独立平台，放置作业和处理设备。在深水中，则利用开发性钻井的自容式固定平台继续进行采油作业。

开采出来的油在浅水区通常用驳船或敷设管道从贮油平台运至岸上。在深水区域则通常利用停泊于处理、贮存平台附近的油船进行运输。对于一个采油区而言，可以有多个采油平台，各个采油平台的贮油将用管道沟通且直接运送到储油码头，以减少海上码头数。

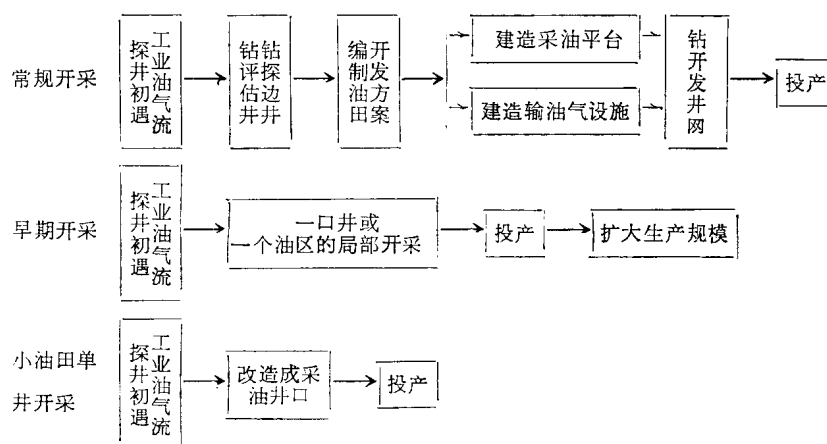
日常操作工人及必要设备的运送，通常是用船和直升飞机。若距离不超过80km且时间允许，则用高速交通船运送，如距离较远，时间又较紧迫，则用直升飞机运送。故一般在平台上均有一直升飞机停机平台。通常，平台还配备有供工作船和交通船用的缆桩、缓冲器、吊车和舷梯等设施。

从上述对海上石油开采过程的介绍可以看出两点：一是海上石油开采涉及的学科较多，其初步勘探主要是由地理、地质学家来完成，还牵连到海洋学、基础工程学、结构工程学、海上建筑工程学和船舶工程学等许多学科，故其综合性很强；二是全部工程投资极大，工程

浩繁，周期长。通常，从勘探性钻井获得油气资源后算起，根据采油位置的水深和海况进行采油平台的设计建造与安装，则至少需要4~5年时间才能投产。从平台投资而言，一座水深为150m的采油平台，其造价高达4~5亿美元(1986年价)。当采油任务完成后，该平台的上层建筑模块虽可拆除，移作它用，但价值几千万美元的导管架往往只能废弃于海中。由此可见，这种生产系统适用于大油田、大规模、商业性的开采。

当勘探性钻井遇油气流，在技术和经济上一时难以确定是否值得用固定式、永久性装置进行开采时，为了尽早获得油气，尽快回收巨额投资，可在短期内先使一口井或一个油区局部地带进行试探性生产，即所谓评价性试生产，称为早期生产系统的开采系统。该系统可在1~2年内投产，较常规的开采系统资金周转更快。它适用于大油田开发前期的小规模生产，更适用于中小型油气田或边际油田的开发，也可用于虽有较高产量但远离江岸的深水油田。其最大的特点是：当发现海上油气田后，在经济上认为可行时，则可边评价、边建设、边开采；在技术上可行时，则可边钻探、边生产，钻采结合实现滚动勘探、滚动开发。从而使投资及回收也在滚动中加速周转。

常规开采与早期开采的基本程序如下：



早期生产系统的构成和型式是多种多样的，但需要有以下四项基本设施：

- (1) 水下设施：包括井口采油树、海底采油管路和垂直采油主管等，使油气能从井下通至水面的采油设备。
- (2) 采油设施：包括对原油进行初步处理的设施，如油气分离、油水分离等。
- (3) 贮油设施：通过单点系泊系统，使一艘油船长期停靠在采油设施附近，用以临时贮存经过初步处理后的原油。
- (4) 装油设施：用于将原油输送上岸，通常都采用运油船，由单点系泊系统提供系泊条件以及向运油船输送原油的装油上船设施。

二、海洋平台开发概况

1887年美国加利福尼亚海岸，利用码头栈桥打出了第一口井，也是第一个海上“钻井平台”。到1900年，钻井平台已到达离岸150m的水上钻井。而后逐渐向远处发展，到30年代第二次世界大战前夕，在离得克萨斯州的麦克法丁(Mcfaddin)海湾约1.61km处建立起一座15m×27m的平台，该处水深为3~4.5m。平台全是木制的，其水下基础及平台均由柏木制

成。

第二次世界大战期间,海上石油开发工程暂时中断。但由于战争因素,科学技术的进步为海上石油开发工程提供了坚实的技术基础和发展前景。1946年在离海岸8km、水深4.3m的海域建造了一座面积为 $(53 \times 23) \text{m}^2$ 的平台。该平台座落在338根钢桩基础上方,全部建造工作在海上进行,平台高出平均海潮水位5.8m。平台上装有无线电通信设备。井架安装在滑轨上,第一次实现了钻出三口井的愿望。此平台之建成使用,开创了钢结构平台的历史和一座平台可打数口井的历史。

1947年建造了第一座设备较齐全的自容式平台。该平台座落于离岸29km、水深6m处。平台主尺度为 $53 \text{m} \times 33 \text{m}$ 。有6根钢质导管,并把268根直径为20~25cm的钢桩打进6根大腿内而将此导管固定于海底,故命名为“导管架”。此平台建造,全部在陆上预制,运至采油处定位、安装、合拢。自此之后,自容式平台得到迅速发展,超深的固定式平台也出现了,如70年代初在墨西哥湾水深114m处安装了一座采油平台。70年代末在路易斯安那州、新澳丽斯东南约160km处的大陆坡上,水深为312m处竖起了一座自容式平台。它同时使用两台钻机,钻了62口井。此平台系目前水深最大的自容式导管架平台。

由于导管架系固定式,对于勘探性钻井和深水区采油均有不利,因此在导管架平台发展的同时,移动式平台也得到了发展。它始于1949年,当时仅有一台安装在驳船上的适用于6m水深的座底式平台。紧接着,于1950年初,出现了第一座把桩腿插入海底的自升式平台,但它于数年后改装成了固定式平台。真正的第一座自升式平台是1954年建造的“迪郎·麦克德英特1号”。1955年出现了三腿式自升平台,并逐渐发展成用沉垫支撑和液压升降平台的自升式平台。随着海上钻采作业向远离海岸的深水区发展,一种新型的钻井装置——漂浮式钻井装置诞生了。先是钻井船后是半潜式平台。最初钻井船是由驳船、矿砂船、油船或供应船改装成的。1962年出现了第一艘专供钻井用的钻探船。其性能较好,主要表现在移动性能好、用途广、水深可达300m。由于需要,钻井船向大型化发展,1964年至1965年建造了船长为115.85m和193.60m的两艘钻井船。在钻井船发展的同时,1961年出现了第一座半潜式钻井平台,它是由座底式加漂浮立柱改建而成的。此平台一出现就显示出明显的优点,故发展迅速,成为一种主要的新型钻井装置。其工作水深也从300m发展到500m,现已向更深的水域发展。其定位也由锚系定位发展到应用电子计算机控制以保持沉垫位的动力装置定位。

从世界海洋石油钻探、开采平台的建造数量而言,也可看出其发展迅速。1970年全世界移动式的海上石油钻探装置(包括座底式、自升式、船式、半潜式)的拥有量已达190座,1975年达304座,1980年达461座,1984年达801座。而海上石油开采平台(指固定式开采平台)1950年为40座,1970年为928座,到1982年已增至3594座,1985年增至4000座左右。当然,与任何工业一样,海洋石油开发和海洋平台开发均受世界形势的影响,但从世界资源分布情况看,海洋石油资源是属开发的重要资源,故前景远大。

三、我国海洋石油和海洋平台开发简况及其与造船工业的关系

我国海洋石油资源的勘探和开发较晚,从本世纪60年代初才进行勘探。到目前为止,经地质调查及部分地球物理勘探证明,在我国渤海、黄海、东海、南海的珠江口、莺歌海和北部湾等海区离岸200m的大陆架范围内,有储量极为丰富的油藏。此外,还有“极浅海”地区,即从大陆向海上延伸,水深为5m左右,介于大陆架和陆地之间的浅海和海滩,从渤海、南黄

海、东海到雷州半岛均有油气藏,且面积相当大。由于其坡度小,水深浅,与大陆架海域相比,具有更为有利的开采条件。

从1975年第一座试验性采油平台在渤海投产,为我国在海上生产出第一批石油。之后,发展较为迅速,尤其是1979年以来,由于政治方针和经济政策的正确导向,我国海洋石油开发得到迅速发展。1979年以来,我国近海石油开发进入了利用外资及其先进技术,进行合作勘探开发的新局面。从1980年至1985年期间与国外有关国家和公司签订了23个合同,勘探测线为 $220 \times 10^3 \text{ km}$,开发了十余万平方公里的近海石油区,打预探井40余口,评价井18口。先后在25个构造中发现了11个含油气构造,有21口井打出了油气流。我国自行勘探了东海海域77万平方公里的海上油区,打了6口钻探井,一口获得工业油气流。到1989年,东海已打井15口,3口为工业开采井,8口已打出工业油气流。我国最早开发的渤海海域,以埕北油田为代表,是我国第一个小型海上油田,由中日合资开发,采用浮式与固定式相结合的生产系统,于1986年投产,平均日产量为650t(约4500桶)。

从总的情况来看,我国的近海石油开发还处于勘探与试采阶段。有关专家认为我国近海虽有可能发现大规模的油层结构,但最好部分是中型和小型油田。

无论油田大小,无论常规开发或早期开发都需要许多各种类型和用途的海洋平台,因此海洋平台工程是近海石油开发中至关重要的一环。

我国海洋平台从国外购买到自行设计制造,到目前已有一定规模。从七十年代初建成第一座工作水深为30m的自升平台(渤海一号)之后,1977年后又相继建造了5座工作水深为40m的自升式平台。1983年又建造设备更为完善的自升式平台。1984年首建半潜式平台。同时从1982年开始建造了一批用于采油的固定式导管架平台。还建造了一定数量的钻井船、固井船、物探船、海洋平台供应船、海洋浮码头等钻井设施或其配套设施。从而说明我国已具备设计制造各种类型的平台及其配套设施的能力。

根据有关部门估计,除还待进一步勘探落实地区外,为开发已确认有开采价值的海底油藏地区数量极大,所需平台数也就极多。据估计,仅南海三个海域查明有开采价值的油田,在3~5年内就需100多座平台,由此可见一斑。

海洋平台都是海上钢质建筑物,尤其是移动式钻井平台,无论从设计原理、建造工艺、技术特点以及对制造厂生产设备、地理位置条件、生产场地诸方面要求而言,均和船舶建造有很多相似之处。因为造船厂一向以制造各种钢结构件而著称于世。因此,目前不少国家的造船工业已发展成为兼顾船舶与海洋构筑物制造,综合性更高的工业部门,我国也不例外。这样做可以使国家少投资甚至不投资就能设计制造出所需要的平台。我国自行设计制造的移动式平台全部是在有关造船厂内建造。就是固定式平台,除其导管架目前仍由渤海石油公司所属的平台制造厂(也是由原修造船厂改建而成)制造外,其导管帽、甲板模块等也均由有关造船厂制造。

当然,尽管海洋平台与船舶有其较多的相似之处,但还是有一定区别的,就其制造方面而言:

1. 施工质量要求高

海上平台长期处于严酷的环境条件下工作,一旦在生产中发生事故,现场修理既困难又昂贵,耽误生产则损失必大。若在制造中有隐患存在,在使用过程中不易发现,往往会造成整体性破坏事故,台毁人亡事故世界上已发生过多起。为此,总的质量保证要求,特别是焊

接和无损探伤的标准，一般要比船舶的要求高得多。

2. 技术管理细致

用于平台上的每个零部件，其材料、加工方法等均要有详细的依据与记录，使任何一个零部件均能“一查到底”。以一根管件或平台柱体上的一块钢板为例，要从其库存情况追查到钢厂的出厂证书、质保单，或自检单据；从加工、装配工艺查起，查明加工方法、采用的焊接工艺过程和焊条、无损探伤的日期、签名的记录报告和原始记录，甚至具体的施焊工人。总之，为确保质量、循序地进行生产，要求工厂有非常细致的技术管理程序。

3. 合理组织施工

合理组织施工这一点，比之于造船工程更为突出。其各种设备比之船舶要多许多，因此如何安排好施工，使其实行平行作业以缩短建造周期，又不能使前道工序妨碍后道工序。为此，要对各零部件、分段分片等施工顺序作出详细的安排，通常要编制一“施工网络图”。

4. 业主和验船师监督严格

从审查图纸起，业主和验船师与承包方的接触要比船舶工程来得多，其原因是平台的设计建造虽有专门规范，但还未达到象船舶规范那样成熟，所以其修改必然多。若是边设计、边制造，则往往影响工期，成本较高，均需与业主及时协商，所有修改必须取得验船师的书面同意。

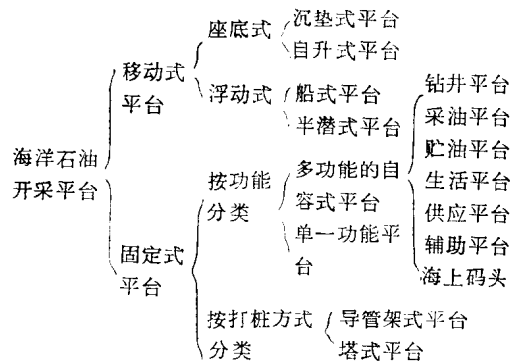
在建造阶段，上述人员到现场的次数和监督范围要比船舶建造频繁和广泛得多，也严格得多。每次检测或复测均要有详细记录，且双方有关人员要签名。

从以上各点可以看出，在船厂虽能够且应当建造海洋平台，但在具体施工中要改变一些习惯做法，这必然给造船业带来好处。

第二节 海洋平台的种类、结构特点

一、海洋平台的种类、主要技术参数及其功能

由于海洋平台是用于海底石油勘探、开采及采油工作，加上海洋水深及海况相差悬殊，因此海洋平台类型众多。最基本的，可分为移动式平台和固定式平台两大类，在此两大类内又可按各种情况再行分类，其分类情况如下表：



当然，还可以按平台所用材料分类：木质平台，钢质平台和水泥平台。水泥平台实际上是钢材和水泥的混合结构物，为当今海洋工程界所重视。

移动式钻井平台，主要用于勘探钻井和开发钻井，也常用于深海地区的采油作业。

钻井船，常称为船式平台，见图1-1。它与常规自航式船舶相似，只是有钻井设备和供

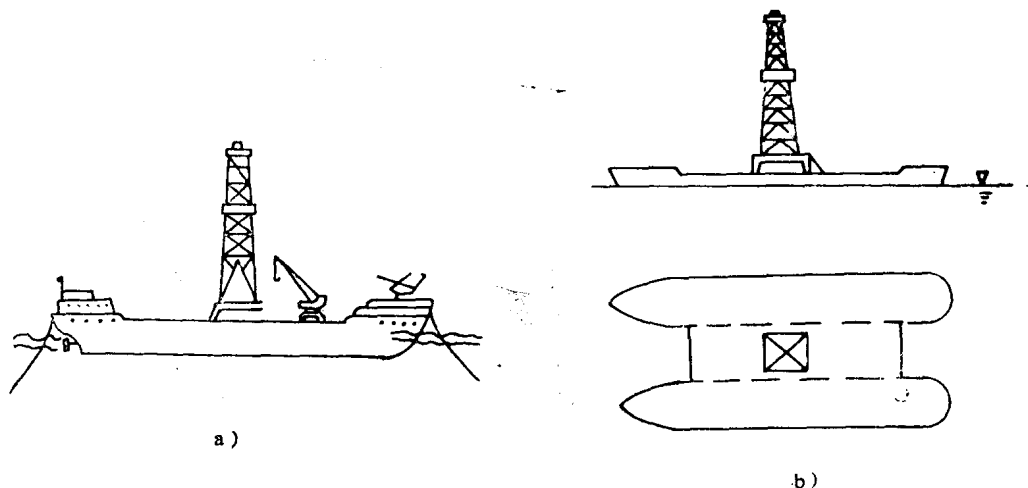


图1-1 钻井船（船式平台）

a) 单体钻井船；b) 双体钻井船

钻井用的大开口，具备前后左右移动的功能，有较高的锚泊能力，工作水深在30~1800m之间。但水深超过180m时，用锚泊定位显得较为困难，故改用动力定位。

半潜式平台是由在沉垫上竖立柱以支撑平台，沉垫浮于水下某一深度，呈半潜状，故名半潜式平台，见图1-2。从其主立柱看，有三柱式、四柱式、五柱式、六柱式和八柱式。从其沉垫看，有两块式、三块式、五块式。从其移动方式看，有自航式和非自航式两种。自航式即沉垫具有自航能力；非自航式即沉垫无自航能力，平台移动要由拖船配合完成。其作业区水深可较大，但由于呈半潜状，故有一最小水深限制：一般有浪区，水深要大于60m；平静水区，水深大于30m，才能采用半潜式平台。它是一种在深水区钻探、开发和采油的较有发展前途的平台。

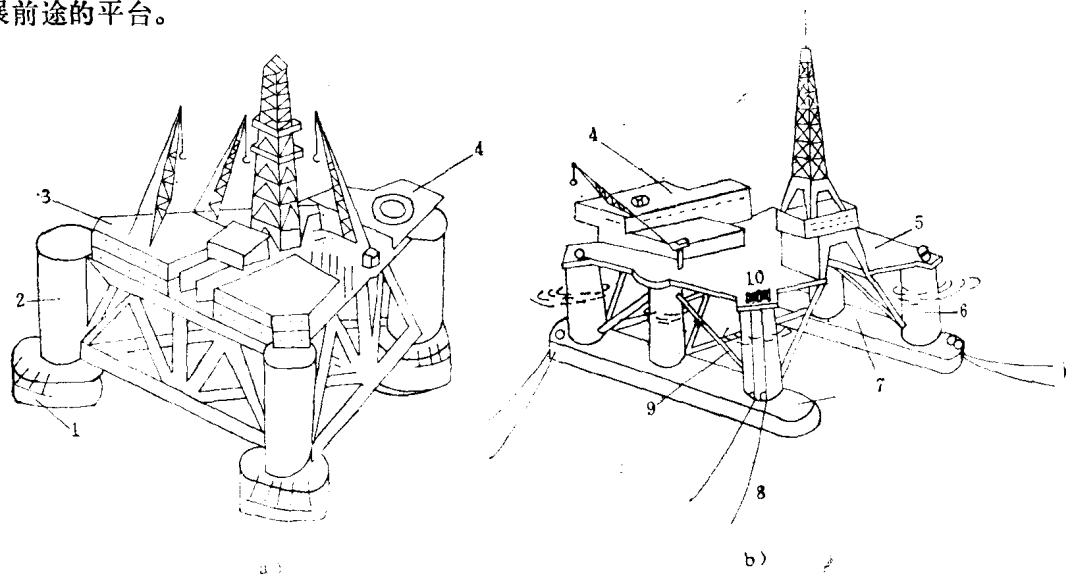


图1-2 半潜式平台

a) 带浮靴半潜式平台；b) 带沉垫半潜式平台

1-浮靴；2-立柱；3-平台模块（甲板）；4-直升飞机甲板；5-平台甲板；6-立柱；7-沉垫（下壳体）；8-锚链；9-斜拉筋；10-锚机

座底式平台也是在沉垫上竖立柱以支撑平台，其沉垫沉入海底。一般均为非自航式，要排洩一定的压载水后靠拖船移位。由于座底于海底，所以其工作水深不能太大，见图1-3a)。它通常是三柱式，也有多柱式，其柱数由其受力情况及浮力需要所决定。

自升式平台与座底式平台基本相似，所不同者，自升式平台其平台能沿立柱自行升降，见图1-3b)。一般为三柱式，以便于调节平台的水平度。通常沉垫系整体式，也是非自航式。但由于平台能自行升降，因此使用工况更为广泛。

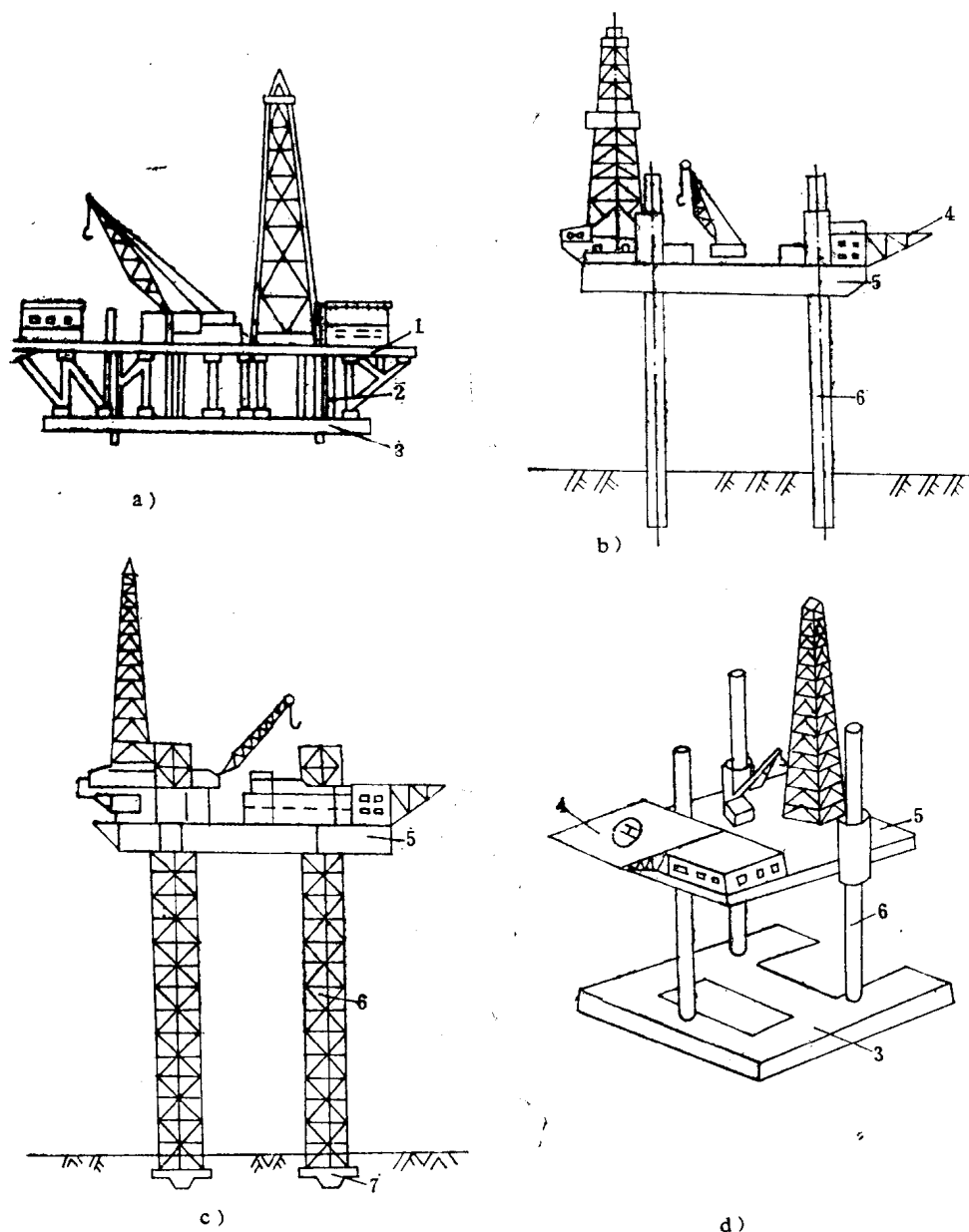
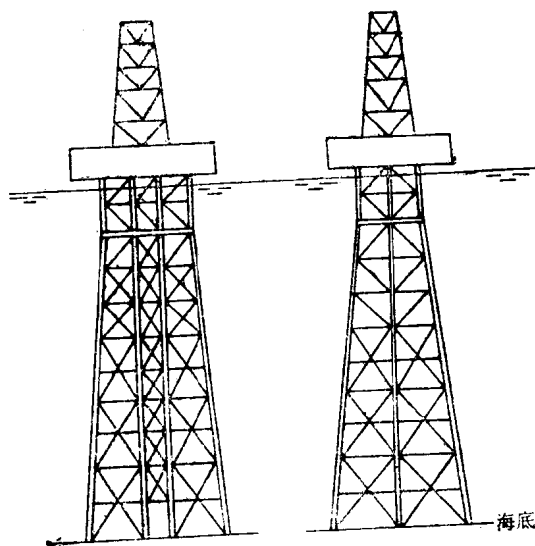
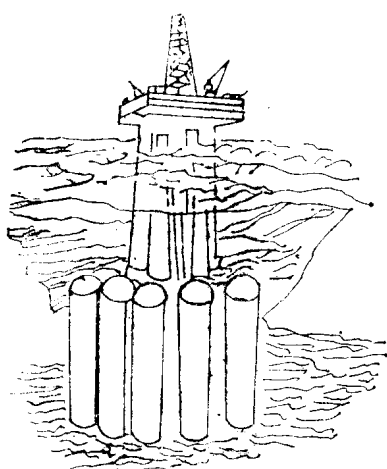


图1-3 自升式钻井平台

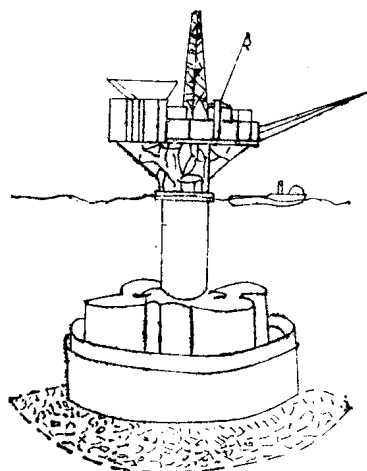
a) 座底式；b) 圆柱腿插桩式；c) 桁架腿插桩式；d) 沉垫式
1-甲板；2-立柱；3-沉垫；4-直升飞机平台；5-模块；6-桩腿；7-桩靴



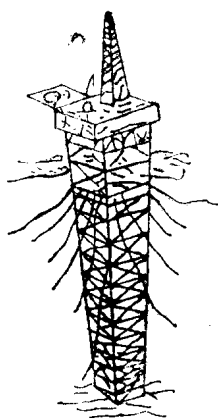
a)



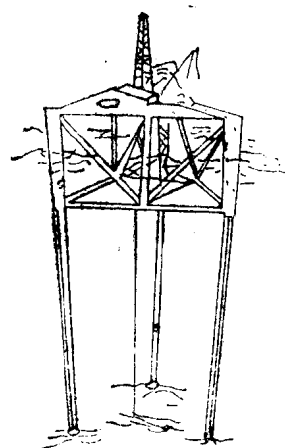
四腿柱重力式平台



单腿柱重力式平台



缆绳塔式平台



张力式平台

b)

图1-4 固定式平台

固定式平台是将平台的基础部分——导管架牢固地固定在海底，它主要用于开采石油，系石油生产平台，见图 1-4。有时也用于开发性钻井。其固定方式有自重式固定和打桩式固定两种，以打桩式固定为主。

各单功能平台之用途为：

钻井平台——用于勘探、开发性钻井。

采油平台——用于采油生产，也称为生产平台。

生活平台——供生产工人、船员居住用。生活平台又称居住平台、旅馆平台。

供应平台——供应生产平台及动力平台日常所需之工具、材料、燃料、备件等物品。

储油平台——也称集油平台，将多口井所产之油连通集中输送至海上或岸上的处理设备而设的中转平台，因此它具有储存与输送两大功能。

辅助平台——是多种用途平台的总称。如用于统计产量的油气计量平台；用于原油化学成分处理(如去掉原油中的石蜡、水分、盐分；天然气的脱水、脱硫、脱氢等处理)的处理平台；供已处理后的油气罐存放的贮罐平台；供采油生产及生活用的动力平台等等。

海上码头——是用于海上油区的油料运输船和供应船停泊的海上码头。

自容式平台——是集钻井、采油、初步处理、贮油、供应、动力、生活等功能于同一平台内的中转多功能平台，它往往是多层甲板的。

由于各种移动式平台的结构特点不一，所以其特点也不一，表1-1、表1-2对几种移动式平台的特点及主要优缺点分别进行了比较。

在实际海上石油勘探至采油生产过程中，均按其不同阶段选用不同类型的平台。就是开采阶段，成为稳定的采油生产区，海洋平台也不是单一式的，而是由数个专门平台组成的群体形成一个开采区。图 1-5 为某海上石油开采区的平台布置示意图。

表1-1 各种移动式平台的特点

项 目 \ 类 型		自升式	半潜式	船式	座底式
工作水深		3~100m	30~1500m	30~1800m	15~20m
建造投资与生产成本		较低	最高	低	最低
极限工况	风速	20m/s	20m/s	10m/s	
	流速	4n mile	4n mile	3n mile	
	波高	7m	7m	3m	
能适应的环境限度	风速	60m/s	60m/s	60m/s	
	流速	4n mile	3~4n mile	4n mile	
	波高	10m	25m上下	15m	
波浪中的运动	漂浮状态	大	小	大	小
移动性	拖曳阻力	大	大	小	大
	移动速度	2~7.5n mile	8~10n mile	8~16n mile	3~7n mile
定 位		桩 腿	锚或动力定位装置	锚或动力定位装置	自重和压载水